E/CONF.39/C/467
5 Nov.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : C. 4. 1

Haute-Volta

L'ARACHIDE : APPLICATION DES METHODES GENETIQUES A LA SELECTION DE VARIETES RESISTANTES A LA ROSETTE EN HAUTE-VOLTA

Par C. DANIEL,
Ingénieur Agricole,
Assistant Sélection à la Station IRHO,
Niangoloko

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

APPLICATION DES METHODES GENETIQES A LA SELECTION DE VARIETES RESISTANTES A LA ROSETTE EN HAUTE-VOLTA

C. DANIEL
Ingénieur Agricole
Assistant Sélection à la Station I.R.H.O.de Niangoloko .

---

1. a) Dans les conditions climatiques et écologiques de la Haute-Volta, les cultures d'Arachide sont assez peu sensibles tant aux attaques de parasites animaux qu'à celles de maladies fongiques ou bactériennes.

b) Par contre une maladie à virus," la Rosette",sévit d'une façon plus ou moins régulière,pouvant affecter certaines années des régions entières de l'Ouest du pays et réduisant les récoltes d'arachides dans de très fortes proportions.

c) Ayant admis que l'élimination de cette maladie était la condition première d'un développement de la culture de l'Arachide en Haute Volta, l'I.R.H.O., peu de temps après l'installation de sa Station Expérimentale de NIANGOLOKO, s'attaqua à ce problème.

d) Ce sont les premiers résultats de ces travaux et les perspectives qu'ils ouvrent qui sont brièvement exposés ici.

2. LA MALADIE DE LA ROSETTE

a) La maladie de la rosette de l'Arachide a été observée pour la première fois par ZIMMERMAN en Afrique Orientale en 1907.(a). Depuis, de très nombreux auteurs en ont donné des descriptions détaillées , différenciant d'ailleurs plusieurs formes de rosette selon le type de symptômes apparus.

b) La description ci-après correspond à la forme de maladie la plus courante en Haute-Volta: Il s'agit de la rosette chlorotique décrite par HAYES en 1932, et PORTERES et LEGLEU en 1933.

i) Lorsque la maladie apparait sur de jeunes pieds, leur croissance en est pertubée et leur aspect fortement modifié: réduction importante de la longueur des pétioles des feuilles et des entre-noeuds,ce qui donne à la plante un aspect en petite-touffe".

ii) D'autre part, les feuilles les plus jeunes deviennent plus ou moins chlorosées, jaune-pâle. Les nouvelles feuilles formées sont petites, enroulées, frisées, jaune-pâle avec des veines ou des marbrures vert foncé plus ou moins irrégulières.

iii) Un pied ainsi atteint en début de végétation peut donner naissance à quelques fleurs petites et sessiles qui ne produiront pas de gousses.

iv) Si la maladie s'attaque à un pied plus âgé, en pleine végétation, l'aspect rabougri et en touffe sera moins accentué, mais on retrouvera tous les symptômes sur feuilles, sur celles en formation au moment de l'attaque, et sur celles ayant poussé par la suite. Suivant la date plus ou moins tardive de l'attaque on peut obtenir une légère récolte.

v) La figure I montre l'influence sur la récolte de la date d'apparition de la rosette. Les résultats indiquent que la maladie apparaissant au cours des 3 premiers mois du cycle de l'Arachide, la production peut être réduite dans des proportions considérables pouvant aller d'une perte de 20 % jusqu'à une récolte quasi nulle .

vi) Des observations faites en 1937 par F.PANSE en Afrique Occidentale et plus particulièrement en Nord Côte d'Ivoire par PORTERES, et R.LEGLEU, ont montré que les pertes de rendement en gousses, du fait de la rosette, atteignaient 75 à 80 % de la récolte totale(b).

b) i) L'agent responsable de la maladie est un virus non encore isolé. C'est en 1926 que STOREY et BOTTOMLEY démontrent que l'agent vecteur de la maladie est un aphidien, Aphis leguminosae Theo, ou encore Aphis laburnii Kalt.

ii) D'observations ultérieures, il semble résulter que ce soit le seul agent qui puisse être mis en cause dans la transmission de la maladie. On connaît la biologie de ce puceron, étudiée par REAL. Sans entrer ici dans le détail de cette question, indiquons simplement que durant la saison sèche, les pucerons survivent en petit nombre sur diverses plantes hôtes, en particulier sur de nombreuses légumineuses sauvages. Les fortes pullulations sont liées, comme l'a montré REAL à l'hygrométrie relative minimum diurne qui doit atteindre 66 - 70 % pendant IO jours.

c) Connaissant les conditions de pullulations des pucerons et d'apparition de la maladie il est possible d'envisager différents moyens de lutte .

i) Il a été proposé d'établir des espaces dénudés, glacis, autour des champs d'arachides, ou au contraire une culture haute telle que Maïs, Mil : ainsi, les vents déposent les aphidiens, dont ils sont porteurs, avant la culture d'arachide.

ii) On possède en outre une gamme variée d'insecticides anti-aphidiens, tels les produits à base de malathion, de parathion

ou de démèthon-méthyl, ainsi que des insecticides systématiques qui auraient l'avantage sur les précédents d'avoir une plus grande rémanence. Ces procédés pour efficaces qu'ils soient, se révèlent d'un emploi coûteux et peu commode lorsqu'il s'agit de les appliquer à grande échelle chez les paysans et pour des cultures offrant malgré tout des revenus modestes.

iii) C'est pourquoi pour combattre cette maladie l'I.R.H.O., dès 1956, orienta ses recherches vers la solution génétique : création de variétés résistantes à la "Rosette".

3. VARIETES RESISTANTES A LA ROSETTE

a) i) En 1952, lors d'une attaque généralisée de rosette, II lignées sélectionnées par le Centre de la Recherche Agronomique de Bambey, Sénégal, et provenant de choix faits en 1948 à la Station Agricole de Ferkessédougou (Nord Côte d'Ivoire), ont été tolament épargnées par la maladie jusqu'en fin de végétation.

ii) Les tests de confirmation effectués par la suite ont montré que ces lignées étaient véritablement résistantes à la maladie. Il est à noter qu'il s'agit de résistance et non d'immunité. Ainsi les lignées et variétés résistantes mentionnées peuvent présenter, à l'occasion d'attaques particulièrement fortes (pullulation intense de pucerons, souche de pucerons fortement virosée), un certain nombre de pieds malades. Mais dans tous les cas le pourcentage de pieds malades se fixe aux alentours de 5 %, chiffre infime par rapport à celui obtenu avec les variétés sensibles, puisque par infestation artificielle, ces dernières présentent 100 % de pieds virosés.

iii) En 1956, 10 de ces variétés résistantes nous ont été remises par le C.R.A. de Bambey. Ces introductions permirent d'étudier leur comportement dans l'Ouest-Volta et servirent de lignées références lors des testages de résistance entrepris sur de nouvelles lignées en étude provenant des travaux de la Station de Niangoloko.

b) i) En 1956, furent effectuées de nouvelles prospections dans la région de Ferkessédougou. Un grand nombre de champs d'arachides tardives furent visités et dans ceux présentant de très forts pourcentages de pieds rosettés, les pieds demeurés sains en fin de cycle furent récoltés séparément : 174 pieds demeurés sains au milieu de tachés de rosette furent ainsi isolés.

ii) En 1957, ils donnèrent 174 lignées qui furent testées pour leur résistance.

a. Le testage est effectué en posant sur une feuille de chaque pied de la lignée en étude une petite cage en rhodoïd contenant une dizaine de pucerons porteurs de la maladie. Ceux-ci proviennent d'un élevage conduit en couches sur la Station durant toute l'année et dans lequel ils sont nourris de plantes de variétés sensibles.

b. De nouvelles couches sont semées périodiquement et la rosette apparaît en début de campagne sitôt que les conditions hygrométriques des couches sont favorables.

c. Quelques heures de contact entre un puceron porteur de la maladie et la plante suffisent pour que celle-ci contracte la rosette. En laissant les cages 24 heures en place, on travaille avec une très forte marge de sécurité.

d. La maladie apparaît sur des pieds non résistants I4 jours après l'apport des pucerons porteurs de virus.

e. Le contrôle de la virulence de la souche de pucerons utilisés se fait par infestation d'une variété sensible. Les infestations sont alors répétées tous les I8 ou 20 jours jusqu'à apparition de la maladie sur I00 % des pieds de cette variété sensible.

f. Lorsque les variétés sensibles témoins sont rosettées à I00 % on peut encore effectuer I ou 2 infestations de sécurité , à la suite desquelles, les pourcentages de pieds restés sains dans les lignées en étude déterminent leur degré de résistance.

iii) Le testage de I957 effectué sur les I74 lignées issues des pieds prospectés en I956, fit apparaître 20 lignées présentant moins de 20 % de pieds rosettés (3).

iv) Après nouvelles éliminations sur rendements en I958 de nombreux essais comparatifs ont été entrepris dès I959 avec le nouveau matériel résistant, ainsi obtenu en comparaison avec les variétés résistantes de Bambey et surtout des variétés locales bien adaptées à la région mais sensibles à la rosette.

c) i) Le tableau I indique quelques résultats obtenus durant les 3 dernières années.

ii) Ces chiffres illustrent les conclusions suivantes que l'on peut formuler quant à l'utilisation de variétés résistantes d' Arachide :

a. La réponse d'une fumure organo-minérale est meilleurs pour les variétés résistantes que pour la variété locale. On retrouve d'ailleurs ce résultat avec des fumures uniquement minérales.

b. Avec ou sans fumure, les variétés résistantes sont, dans tous les cas, supérieures à la variété locale, avec de plus la certitude d'une récolte égale à elle-même, quelle que soit l'intensité des attaques de rosette.

c. L'utilisation combinée d'une variété résistante avec une fumure organo-minérale, assure des rendements bruts en augmentation de I30 % par rapport à une culture d'arachide locale sans fumure.

d) i) Bien entendu les chiffres figurant dans le tableau I ne représentent que des rendements moyens et sont loin de correspondre aux maxima de production que l'on peut attendre de certaines variétés résistantes.

ii) C'est ainsi par exemple qu'en I960, la variété résistante I.R.H.O. I040 a obtenu un rendement brut de 3.I00 Kg de gousses/ha, la fumure était constituée par 5 Tonnes de fumier de ferme à l'hectare et I50 Kg. de superphosphate simple à I6 % de P_2O_5.

iii) En I96I, la même variété a donné à nouveau, en champs multiplication station, un rendement brut de 3.I00 Kg. de gousses à l'hectare en présence de 5 tonnes de fumier de ferme et I50 Kg. de superphosphate simple à I6 % de P_2O_5.

iv) Ces quelques chiffres montrent le potentiel de production que possèdent certaines variétés résistantes.

e) i) Connaissant les possibilités de production des variétés résistantes, la question se posait de savoir quelle était l'origine de cette résistance.

ii) Une étude faite en I957 (c) montra que les populations de pucerons étaient aussi denses sur les pieds des variétés résistantes que sur ceux des variétés sensibles. C'était dire que la résistance n'était pas due à un phénomène mécanique , par exemple épiderme plus dur chez les pieds résistants , et qu'on ne risquait pas ainsi, lors de la vulgarisation en grand des variétés résistantes, de voir peu à peu apparaître de nouvelles races de pucerons adaptées à ces épidermes coriaces .

iii) Les nombreuses observations faites depuis accréditent de plus en plus l'hypothèse de la production par les variétés résistantes d'une substance antivirus.

f) A la suite de ces résultats, la vulgarisation des variétés résistantes a été entreprise et leur emploi par les cultivateurs, associé à des améliorations culturales, telles que désinfection des semences, semis dense, bon entretien des cultures, assure en milieu villageois de belles productions.

4. ETUDE GENETIQUE DU CARACTERE RESISTANCE A LA ROSETTE

a) Concurremment à l'étude de ces variétés résistantes issues de prospections, dès I956 l'I.R.H.O. démarra un programme d'hybridations qui, outre la recherche d'hybrides bien adaptés, résistants et toujours plus productifs, a permis dès I959 de déterminer le mode de transmission du caractère résistance à la Rosette (d).

b) Les F2 ou 2ème génération des hybrides faits en I956, I957 et I959 ont été systématiquement infestées et, pour 2925 pieds observés,

il y en eût :

I83 sains
et 2742 malades.

c) On formule l'hypothèse suivante : La transmission du caractère résistance à la rosette est un cas de dihybridisme commandé par 2 gènes homomères à dominance totale, la résistance étant donnée par le double recessif. Si cette hypothèse est exacte, la disjonction trouvée doit correspondre au type I5-1 : en F2, I5 individus malades soit 93,75 % pour I individu sain soit 6,25 %.

d) Suite aux résultats observés, l'étude du critérium X^2 de PEARSON donne :(Tableau 2) pour degré de liberté, avec un coefficient de sécurité de 95 %, la valeur limite du X^2 correspondant aux fluctuations du hasard est de 3,84. Avec la valeur trouvée de 0,0002I, on peut conclure que les fréquences observées sont strictement conformes à ce que l'on pouvait attendre d'une disjonction de type I5-I. Notons à ce sujet que l'Arachide se comporte ici comme un simple diploide, ce qui ne semble pas être le cas pour d'autres caractères, tel le port, par exemple.

e) Le caractère sensibilité à la rosette étant un dominant strict, il s'ensuit que les F1 d'hybrides sont entièrement sensibles, remarque qui a son importance pour la conduite des programmes d'hybridations. Soit A et B les 2 gènes : la sensibilité apparaîtra lorsque le phénotype contiendra AB ou seulement A ou B. La résistance correspondra au double récessif aabb. La F1 d'un croisement d'une varié té sensible par une variété résistante, considérées comme homozygotes, possèdera le génotype AaBb et sera donc I00 % sensible.

AABB	x	aabb		AaBb
Variété sensible	x	Variété résistante	--→ F1	I00 % sensible

5. HYBRIDATIONS REALISEES A PARTIR DE CES VARIETES RESISTANTES

a) L'I.R.H.O. ayant atteint le premier objectif qu'il s'était fixé, à savoir : fourniture aux paysans de semences de variétés d'arachides résistantes à la rosette et bien adaptées à la région, résultat acquis dès I959 et sur lequel fut basée l'action de vulgarisation auprès des paysans, le second stade du travail d'amélioration de la plante fut entrepris : utilisation des variétés résistantes pour la création d'hybrides.

b) i) Ce travail commença dès I956 par un programme d'hybridations simples entre variétés résistantes et un certain nombre de variétés locales ou étrangères sensibles mais intéressantes pour d'autres caractères.

ii) Puis en I959, à la lumière des premiers résultats de ces hybridations, les programmes furent poursuivis en utilisant la méthode des croisements de retour, ou Back-Cross.

c) Les principaux types de croisements effectués en I956 et I957 avaient pour but :

i) Création de variétés résistantes encore mieux adaptées à la région d'où croisements entre lignées résistantes de Bambey et variétés locales de Niangoloko à bonnes caractéristiques de gousses et de graines.

ii) Obtention de variétés résistantes à grosses gousses:croisements entre lignées résistantes de Bambey et Arachides de bouche type US.

iii) Création de variétés résistantes à cycle court: Croisements de variétés résistantes par variétés hâtives .

d) Les hybridations s'effectuent sans difficulté spéciale en utilisant les méthodes décrites par SAUGER(e) ou BOLHUIS(f): Castration des fleurs à partir de I6 heures et fécondation le lendemain matin vers 6 heures. Les pourcentages de réussite varient suivant les saisons entre 25 et 45 %. Les F1 de tous ces croisements,étant comme nous l'avons vu,sensibles à I00 %, doivent être cultivées en serre à l'abri de toute invasion de pucerons. Les F2 sont semées en lignées en champs et il est pratiqué sur eux des infestations systématiques par le même procédé décrit ci-dessus , afin de déceler les pieds résistants. Ils apparaissent dans la proportion de 1 pied sain pour I5 pieds malades. Ce sont avec ces pieds F2 résistantsqu'est poursuivie la sélection en lignées. Dès la F4 de ces croisements de I956 et I957, un certain nombre de lignées se sont révélées homogènes, tout au moins pour tous les caractères observables.

e) i) Un premier choix fait EN I96I retint 8 hybrides en F5 pour figurer dans un essai comparatif avec leurs parents,ainsi que les meilleures variétés résistantes.

ii) Dès la première année d'étude comparative, des résultats intéressants ont été obtenus,puisque des hybrides ont avoisiné les 2.500 kg. de gousses à l'hectare.

iii) En I962 et dans les années suivantes d'autres choix seront faits, de nouveaux hybrides homogènes seront retenus et les essais comparatifs seront poursuivis.

iv) D'autres parts des sélections généalogiques sont entamées en I962 avec le matériel poursuivant ses disjonctions.

f) i) Dès I959 il apparût que le caractère hâtivité, c'est-à-dire caractère d'une arachide effectuant son cycle en 90 jours, ne réapparaissait jamais dans les descendances hybrides provenant de croisements variétés hâtives par variétés tardives. En fait on a bien trouvé quelques hybrides à cycle plus court mais ceux-ci étaient toujours d'au moins I25 jours. Pensant que la transmission de ce caractère était régie par de nombreux gènes, il a été décidé de démarrer un vaste programme d'hybridations par Back-Cross, afin d'accélérer au maximum la réunion sur un même hybride du caractère résistance et du caractère hâtivité. Les deux variétés utilisées pour ces travaux ont été :

a.1 variété résistante tardive comme parent non récurrent.

b.1 variété hâtive sensible comme parent récurrent.

ii) Les premiers Back-Cross ont été effectués en I959 sur les F3 d'dybrides variétés résistantes x variétés hâtives.

iii)La F2 issue de ce premier croisement de retour a été testée pour le caractère résistance à la rosette. La F3 des pieds résistants ainsi décelés a servi de parent pour un deuxième Back-Cross.

iv) A chaque génération F2 les types de floraison et cycles de tous les pieds sont analysés.

v) 5 ou 6 Back-Cross seront sans doute nécessaires pour obtenir l'hybride hâtif résistant recherché.

g) Depuis I962 on utilise également la technique du Back-Cross dans d'autres types de croisements, en particulier dans ceux utilisant comme parents des variétés tardives résistantes et des variétés hâtives sensibles mais présentant d'autres caractéristiques intéressantes, telle la Roxo II, variété hâtive originaire du Brésil qui possède des gousses trigraines. C'est la variété hâtive, ici la Roxo II, qui servira de parent récurrent.

h) Nous n'avons bien entendu donné ici qu'un aperçu des différents travaux d'hybridation que permet le matériel résistant en notre possession.

6. CONCLUSIONS

a) Dans l'Ouest de la Haute-Volta la culture de l'arachide n'avait aucun avenir, les récoltes étant aléatoires par suite d'une maladie à virus, la Rosette de l'Arachide sévissant à l'état endémique.

b) La sélection de variétés, résistantes à la Rosette et bien adaptées aux conditions de la région,a déjà permis aux cultivateurs encadrés dans les secteurs de Vulgarisation de l'I.R.H.O. de profiter à coup sûr tous les ans, quelle que soit la virulence des attaques de rosette , des récoltes de l'ordre de I.700 à 2.000 Kg. de gousses à l'hectare, toutes les autres conditions de semis, de fumure, et d'entretien étant évidemment satisfaites.

c) De plus ces variétés résistantes servent et serviront de plus en plus de base pour des programmes d'hybridations pour la recherche d'hybrides résistants à la rosette et présentant d'autres caractéristiques intéressantes, comme par exemple la hâtivité. De tels hybrides auraient un intérêt certain pour les cultivateurs du Nord de la Haute-Volta.

d) Ainsi les travaux de sélection ou d'hybridations entrepris sur des variétés d'Arachide résistantes à la rosette par la Station Expérimentale I.R.H.O. de Niangoloko ont eu ou auront leur application directe en culture paysanne pour le plus grand profit du cultivateur voltaïque.

TABLEAU 1

Résultats d'Essais Comparatifs

VARIETES \ ANNEES		1959	1960	1961	Moyenne 3ans
Résistantes I.R.H.O.	Avec fumure (a)	2011(b)	2369	2530	(2387)
	Sans fumure	937	1419	1246	1200
	Effet fumure (c)	114 %	66 %	103%	98 %
Résistantes Bambey	Avec fumure	1820	2532	2467	2273
	Sans fumure	883	1354	1345	1194
	Effet fumure	106 %	87 %	83%	90 %
Variétés locales sensibles	Avec fumure	1448	1853	1797	1699
	Sans fumure	733	1148	-	(940 d
	Effet fumure	97 %	61 %	-	80% (d)
Augmentation de rendement dû à l'emploi d'une résistante I.R.H.O.(e)	Avec fumure	38 %	27 %	-	32% (d)
	Sans fumure	27 %	23 %	-	25% (d)
Effet combiné de l'emploi d'une variété résistante et de la fumure (f)		174 %	106 %		(132)%(d)

TABLEAU 1 : Résultats d'Essais comparatifs.

(a) - Fumure organo-minérale : 5 tonnes de fumier ferme et 75 kg. de superphosphate simple à l'hectare.
(b) - Rendements bruts en kg. de gousses à l'hectare.
(c) - Effet de la fumure exprimé en pour cent du témoin non fumé.
(d) - Résultats des 2 années 1959 et 1960.
(e) - Augmentation de rendements en pour cent du rendement de la variété locale.
(f) - Effet de l'emploi combiné d'une variété résistante et d'une fumure organo-minérale exprimée en pour cent du rendement de la variété locale sans fumure.

- Résistantes I.R.H.O. : les 3 variétés 1036, 1037, 1040.
- Résistantes Bambey : les 2 variétés 48-36, 48-37.
- Locale sensible : Rose de Niangoloko.

TABLEAU 2

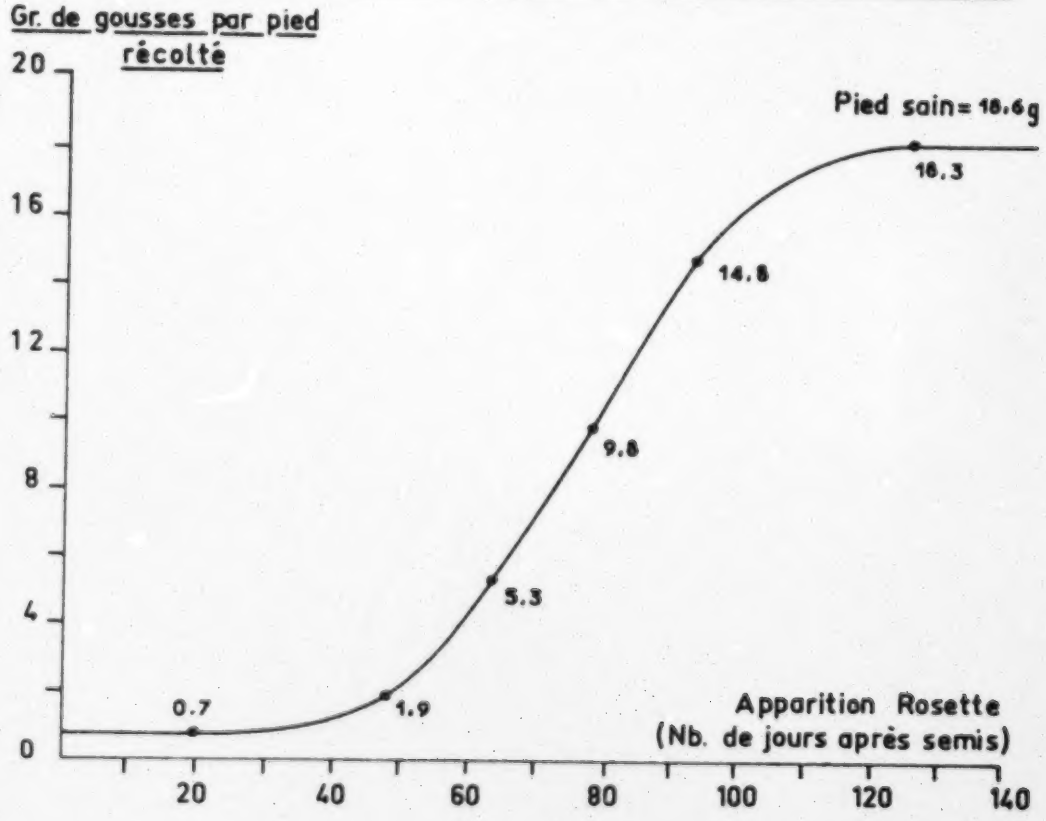
	Nombres observés (a)	Nombres théoriques (c)	$X^2 = \frac{(a-c)^2}{c}$
Pieds sains	I83	I82,8I	0,000.I97
Pieds malades	2742	2742,I8	0,000.0I3
Total	2925	2924,99	0,000.2I0

X^2 = 0,000.2I . Nombres de degrés de liberté = I.

REFERENCES

a - d'après le Professeur CHEVALIER.
b - The Peanut Symposium .
c - de BERCHOUX - Oléagineux, Février I958.
d - de BERCHOUX - Oléagineux, Avril I960.
e - SAUGER - Agronomic Tropicale- Novembre - Décembre I949.
f - BOLHUIS - Oléagineux, Juin I954

INFLUENCE DE LA DATE D'APPARITION DE LA ROSETTE SUR LES RENDEMENTS EN GRAMMES DE GOUSSES PAR PIED



1612 F - Nov. 1962 - 1,000